

⑫ 公開特許公報(A)

昭64-78684

⑬ Int. Cl.⁴

B 23 K 11/30

識別記号

3 2 0

庁内整理番号

7717-4E

⑭ 公開 昭和64年(1989)3月24日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 抵抗溶接用電極チップ

⑯ 特 願 昭62-237632

⑰ 出 願 昭62(1987)9月22日

⑱ 発 明 者 東 和 男 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
⑲ 発 明 者 井 上 昌 彦 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
⑳ 出 願 人 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
㉑ 代 理 人 弁理士 大 川 宏

明 細 書

1. 発明の名称

抵抗溶接用電極チップ

2. 特許請求の範囲

(1) 被溶接部に当接する先端部と、該先端部と接し先端部側に位置する側周面部と、上記先端部および該側周面部を除く部分から成り内部に形成され先端部側と反対側が開口した穴をもつ本体と、から成る棒形状であって、

少なくとも上記先端部は銅又は銅合金から成る基部と該基部の表面にモリブデン、タングステンおよびチタンのうちの少なくとも1つから形成された被覆層とから成る粉末を焼結して構成されることを特徴とする抵抗溶接用電極チップ。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は抵抗溶接用電極チップに関し、さらに詳しくいえば耐久性を向上させた抵抗溶接用電極チップに関する。

〔従来の技術〕

従来のスポット溶接用電極チップとしては第4図に示すようにクロム銅やベリリウム銅等の銅をベースとした合金が使われているものが知られている。又この特殊なものとしては第5図に示すようにこれらのチップの先端に耐久性の優れた分散強化合金銅6を埋め込んだものも知られている。

又耐久性を上げるために、モリブデンを重量比にして0.8~1.5%を含有せしめ耐熱衝撃性を向上させるために炭化チタンの量を体積比にして25~40%含有せしめて構成されている炭化チタン-銅-モリブデン系の焼結合金製の電極チップが知られている(特開昭47-38856号公報)。

又電極チップを少なくとも銅メッキが施された粉末状又は繊維状等のカーボンからなる複合材を焼結して成形したことを特徴としたものも知られている(特開昭58-100986号公報)。

又電極棒の先端部を耐磨耗性のある複合材料で構成したものも知られている(特開昭55-144386号公報)。さらに第6図に示すようにチ

ップの表面を耐摩耗性等のある表面被覆層7を形成させたものも知られている(特開昭60-227998、同60-231596、同60-231597号公報)。また第7図に示すようにアルミナ粉末6を含むアルミナ分散強化銅から成る電極チップも知られている。

[発明が解決しようとする問題点]

第4図に示す従来の各電極チップで普通軟銅板をスポット溶接すると電極先端が高温により軟化等をして少しずつへたり、先端部の電流密度が低下することがある。そのため5000~8000打点目で溶接不良となることが多く再成形する必要があった。特に亜鉛メッキ銅板をスポット溶接するときこの銅板表面の亜鉛と電極の銅とが合金化すること等により電極先端の摩耗が普通軟銅板をスポット溶接するときの5~10倍と激しくなり、そのため先端部の切削、研磨を頻繁に行う必要があった。このような電極先端の消耗は特に普通軟銅板と亜鉛メッキ銅板を交互にスポット溶接する場合にはさらに激しいものである。

本発明は、上記問題点を克服するものであり、電極チップへの亜鉛の浸透を防止して亜鉛メッキ銅板のスポット溶接における耐久性を向上させた低抵抗溶接用電極チップを提供することを目的とする。

[問題点を解決するための手段]

本発明の低抵抗溶接用電極チップは、被溶接部に当接する先端部と、該先端部と接し先端部側に位置する側周面部と、上記先端部および上記側周面部を除く部分から成り内部に形成され先端部側と反対側が開口した穴をもつ本体と、から成る棒形状であって、

少なくとも上記先端部は銅又は銅合金から成る基部と該基部の表面にモリブデン、タングステンおよびチタンのうちの少なくとも1つから形成された被覆層とから成る粉末を焼結して構成されることを特徴とする。

本電極チップにおいて、上記穴の内周面のうちの少なくとも底面を含む下方側内周面には凹凸部が形成され、冷却効果を高めた構成とすることも

また特開昭47-38856号公報、同58-100986号公報、特開昭55-144386号公報に示すように電極全体又は先端部を銅と耐摩耗材料成分から成る耐摩耗性複合材料で構成した場合、加工性、導電性、高温強度および耐焼付け性は優れているが、亜鉛めっき銅板の低抵抗溶接においては、亜鉛とチップの銅とが合金化し、 γ 相Cu-Zn固溶体となり、表面から剥離しやすくなり、チップ先端の消耗が激しくなる不具合がある。

また第7図に示す電極チップでは、アルミナ含有率が約3体積%のものが好ましいが、チップの銅と亜鉛とが合金化し易いという傾向は前記の電極チップと何らかわらない。またこのチップにおいて耐久性をさらに上げようとしてアルミナ含有率を上げると低抵抗となり、発熱量が大きく、そのため消耗が大きくなるという問題がある。

さらに第3図~第7図に示すような形状のチップは真鍮でもありその割には効果が少ないものである。

できる。

[作用]

本電極チップの少なくとも先端部は、第2図に示すように銅あるいはCu-Cu等の表面に亜鉛との親和性の小さなWやMoを被覆した被覆層12をもつ粉末を焼結して構成される。従って本電極チップにおいて、粉末銅等に被覆されたMo等はZnとの親和性が少ないために、スポット溶接の際に亜鉛メッキ銅板8からのZnの拡散浸透を押えることができるので、電極チップのCuと亜鉛メッキ銅板8からのZnとの合金化が阻止され、 γ 相Cu-Zn固溶体又は β 相Cu-Zn固溶体の形成が防止される。したがって本電極チップでは電極チップ表面からの剥離が防止される。

[発明の効果]

本発明の低抵抗溶接用電極チップは、上記作用で述べたごとくZnとの合金化が防止されるので、この電極チップは耐久性を著しく向上させることができる。

従って従来均一合金、単なる表面処理、又は異

合金埋込み等の電極チップではなし切なかった亜鉛めっき鋼板に対する高耐久性チップが容易に製作可能となる。そのためこのスポット溶接加工において、電極チップの成形頻度を低減させることができ、そのため電極研磨による設備停止時間を大幅に低減し、電極チップの交換頻度を延長させることができるので、自動車ボデーのスポット溶接ライン等においては、稼働率を向上させることができる。

又本電極チップを用いれば、亜鉛メッキ鋼板に対して有効なものであるため、高防錆を持つ自動車ボデーの溶接組付けが容易にできるようになる。

【実施例】

以下、具体的実施例により本発明を説明する。

本実施例にかかわる電極チップの縦断面図を第1図に示す。この電極チップは先端部1と本体2とからなり、先端が丸味を帯びた棒形状である。この先端部1は被溶接部に当接するものである。又本体2は先端部1を除く部分でありその内部には先端部側と反対側が開口した穴3をもっている。

は銅粉末又はクロム銅合金粉末を焼結して構成されたものであり、上記先端部1および本体2は一体的に焼結して構成されている。

本電極チップは以下のようにして製造された。まず上記先端部1等の所定の部位に上述のような所定の粉末を所定の型内に配置する。即ち先端部分には上記Mo等を被覆層とする粉末を、本体部分には銅粉末等を配置する。尚全体を等該Mo被覆粉末で構成しても良い。

この後、 10 kg/mm^2 下で予備的に加圧し、次いでこれを約 $900\sim 950^\circ\text{C}$ で加熱下約 $13\sim 15\text{ kg/mm}^2$ の加圧力のもとで1時間焼結をする。

なお比較例品としてクロム銅の銅合金から成る同形状の電極チップを製作した。

上記実施例品および比較例品の電極チップを用いて亜鉛メッキ鋼板をスポット溶接した。このスポット溶接の条件は、溶接電流 10500 A 、通電時間 12 サイクル、スクイズタイム 30 サイクル、ホールド時間 1 サイクル、加圧力 200 kg

そして上記先端部1は、第2図に示すように、銅又はクロム銅から成る基部11と該基部11の表面にモリブデン又はタングステンから形成された被覆層12とから成る粉末を焼結して構成されている。この粉末の平均粒径は $30\mu\text{m}$ 程度でありその形状はほぼ球状又はそれに近い形状が好ましく、被覆層の厚さは約 $1\sim 1.5\mu\text{m}$ 程度であるのが好ましい。なおこの被覆層を構成するMo等の金属量は、基部を構成する金属の $10\sim 15$ 重量%程度が好ましい。

なおこの粉末は以下のようにして製造することができる。まず、金属粉末を通常、溶損粉化法（アトマイズ法）により製造する。この方法は、所定の金属を溶融し、この溶融金属を高速度の流体によって飛散凝固させて粉末化させる方法である。この場合の粉末形状は噴霧金属の表面張力と噴霧条件により粒形状、粒径が変化する。次いでこの金属粉末の表面に、乾式メッキ法により所定金属から成る被覆層を形成させる。この乾式メッキ法とは、通常、無電解メッキ法である。上記本体2

である。このスポット溶接を 2000 打点くり返すと比較例品では溶接不良となったが、実施例品ではこの回数では溶接不良を生じず、 6000 打点まで良好であった。

また同条件下で、一番摩耗の激しい亜鉛メッキ鋼板と普通鋼板を交互にスポット溶接をしたところ、比較例品では、 600 打点目で溶接不良となったが、実施例品では 4000 打点目までは溶接不良をおこさなかった。

また従来材による電極チップの耐摩耗性の試験を以下のようにして行なった。

即ち、Cu-Cr合金から成る電極チップを亜鉛メッキ鋼板を 1000 連続打点でスポット溶接した。このスポット溶接の条件は上記と同じである。 1000 連続打点後における先端部の拡大断面図（ 100 倍）を第8図に示す。この図において左側の黒色部はZnの溶融状態を示し、左下にある黒線はひび割れの中にZnが侵入している状態を示している。また第9図にその線分析の結果（ 150 倍）を示す。線分析とはEPMA分析で

あり、左側は先端部表面を示し×軸はこの表面からの距離を示す。この結果によれば、最表面部側ではFe、Cu、Znの合金、次いで α -Cu、Znの合金、さらには β -Cu、Znの合金が形成されていることを示している。

またアルミナ分散強化銅から成る電極チップについても上記と同様に2500連続打点スポット溶接し、その先端部表面の拡大断面図を第10図に、その線分析の結果を第11図に示す。

これらの図によれば、いずれの電極チップにおいてもその表面部が α 相又は β 相のCu-Znの合金化を示していることがわかる。一方、本実施例では、このような合金化は、上記の比較試験の結果から考えれば、抑制されているものと考えられる。

上記の電極チップにおいては先端部は亜鉛と親和性の小さな金属による被覆層をもつ粒子から構成されているので、亜鉛メッキ鋼板とのスポット溶接の際、銅と亜鉛との合金化を防ぐことができる。従って本電極チップはその溶接における耐久

性を著しく向上させることができた。従ってこの電極チップによればその交換時間を大幅に延長することができる。

なお本発明においては、上記具体的実施例に示すものに限らず、目的、用途に応じて本発明の範囲内で種々変更した実施例とすることができる。

即ち電極チップの形状は棒形状であり、例えば点溶接が可能な形状であれば良く、その径、長さ、先端形状等は目的、用途により種々選択される。特にこの先端部の先端形状も、所定のテーパをもつもの、所定の曲率半径をもつもの、最先端部が平坦なもの等の種々のものとすることができる。

また第3図に示すように本電極チップにおける側周面部4は、ホウ化ジルコニウム(ZrB₂)粉末、ホウ化チタン(TiB₂)粉末、炭化タングステン(WC)粉末、金属モリブデン(Mo)粉末およびTi粉末のうちの少なくとも1つを、上記本体2aは銅粉末および銅合金粉末のうちの少なくとも1つを、焼結して構成したものである。この原料粉末は強靱性に優れ先端

部1aのへたりを防止することができる材料である。このように各部位の要求特性に応じてそれぞれの要求特性に合った粉末材料を原料として焼結、成形した場合には、即ち、この先端部1aは亜鉛めっき鋼板に対する耐久性に優れた材料からなり、側周面部4は強靱性に優れた先端部1aのへたりを防止するための材料から構成され、本体2aは高導電性からなる材料で構成されている場合には、各部位がこの各部位の各要求特性に合っているため、このチップは極めて耐久性に優れる。また上記所定の先端部および側周面部の形状、その肉厚等も特に限定されず、第3図に示すように、上記具体的実施例の場合よりも、先端部1aの肉厚が薄くしたものとすることもできる。

また参考例として本発明の考え方をシーム溶接用電極に応用した例を以下にのべる。シーム溶接は円板状の電極の間に板状の被溶接部を挟んで加圧し電極を回転させる連続点溶接法である。この円板状の電極のうちの外周側部即ち被溶接部と接する部分を上記先端部を構成する材料で同様に構

成することができる。この場合は上記実施例と同じ効果をもつ。この構成の仕方としては、例えば、(1)リング状の一体物(これが外周側部を構成する)製作し、これを内側円盤部と接合又は嵌合させて固定する方法、(2)合体するとリング状を構成するブロックを各々製作して、この各ブロックをはめ合わせてリング状の外周側部を製作する方法等を用いることができる。

4. 図面の簡単な説明

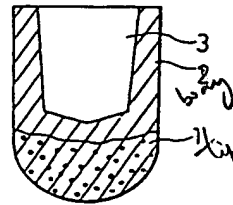
第1図は実施例にかかわる抵抗溶接用電極チップの縦断面図である。第2図は第1図に示す電極チップを用いて亜鉛メッキ鋼板をスポット溶接する状態を示す拡大説明断面図である。第3図は側周面部に強靱性に優れた材料から成り穴の内周面に凹凸部が形成されている本体をもつ抵抗溶接用電極チップの説明縦断面図である。第4図は従来の抵抗溶接用電極チップの説明断面図である。第5図は先端部に分散強化合金銅を用いた抵抗溶接用電極チップの説明断面図である。第6図は表面処理を施した抵抗溶接用電極チップの説明断面図

である。第7図はアルミナ分散強化銅から成る電極チップの説明断面図である。第8図はCu-Cr材から成る電極チップを1000連続打点後の先端面の断面写真(100倍)を示す説明図であり、第9図は同様にそのEPMA線分析の結果を示す説明図である。第10図はアルミナ分散型電極チップを2500連続打点後の第8図に示す同様の説明図であり、第11図は同様にその線分析の結果を示す説明図である。

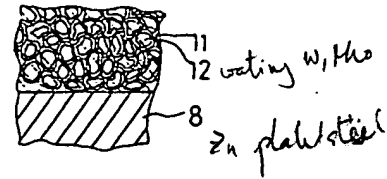
- 1…先端部 11…基部 12…被覆層
2…本体 3…穴 4…側周面部
6…アルミナ 7…表面被覆層
8…亜鉛メッキ鋼板

特許出願人 トヨタ自動車株式会社
代理人 弁理士 大川 宏

第1図



第2図



第4図



第5図

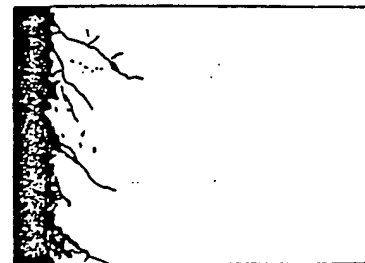


第6図

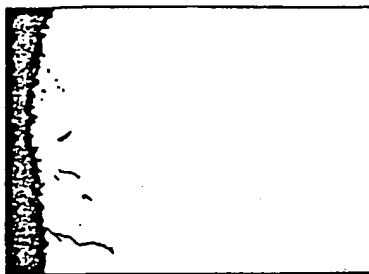
第7図



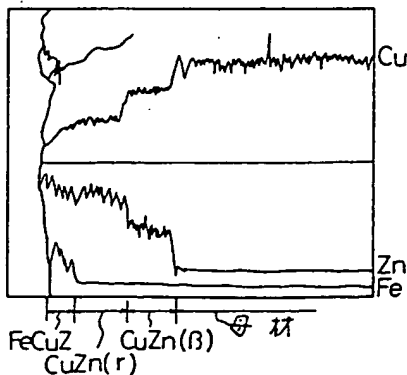
第10図



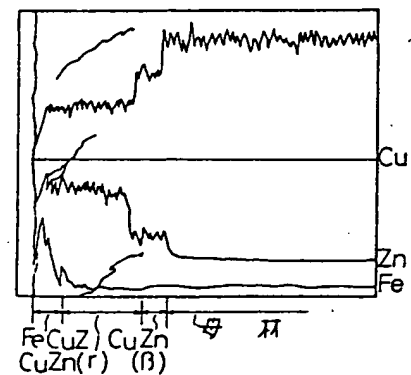
第8図



第9図



第11図



(19) JAPANESE PATENT OFFICE (JP)

(12) Official Gazette for Laid-Open Patent Applications (A)

(11) Japanese Laid-Open Patent Application (Kokai) No. 64[1989]-78,684

(43) Laying-Open Date: 24 March 1989

(51) Int.Cl. ⁴	Ident. Symbols	Internal Office Nos.
B 23 K 11/30	320	7717-4E

Request for Examination: Not yet requested

Number of Inventions: 1 (Total of 5 pages)

(54) Title of the Invention: An Electrode Tip for Resistance Welding

(21) Application No.: 62[1987]-237,632

(22) Application Date: 22 September 1987

(72) Inventor: Kazuo Higashi
c/o Toyota Automobile Company, Ltd.
1 Toyota-cho, Toyota-shi, Aichi-ken

(72) Inventor: Masahiko Inoue
c/o Toyota Automobile Company, Ltd.
1 Toyota-cho, Toyota-shi, Aichi-ken

(71) Applicant: Toyota Automobile Company, Ltd.
1 Toyota-cho, Toyota-shi, Aichi-ken

(74) Agent: Hiroshi Ogawa, Patent Attorney

SPECIFICATION

1. Title of the Invention

An Electrode Tip for Resistance Welding

2. Claim

(1) An electrode tip for resistance welding which is comprised of a tip part that is in contact with the welding site, a side circumferential face that is positioned at the side of the tip that is in contact with said tip part and a main body that is comprised of the parts other than the aforementioned tip part and said side circumferential face part and that has a hole that is formed in its interior and which opens on the side opposite the tip-part side and which is rod shaped characterized in that at least the aforementioned tip part is constructed of a substrate comprised of copper or a copper alloy and of a powder that has a coating layer that is formed of at least one of the elements molybdenum, tungsten and titanium, which powder is sintered on said substrate.

3. Detailed Description of the Invention

[Field of Industrial Application]

This invention relates to an electrode tip for resistance welding, and, in greater detail, it relates to an electrode tip for resistance welding of improved durability.

[Prior Art]

As shown in Figure 4, alloys in which copper is the base such as chromium-copper and beryllium-copper are used as electrode tips for conventional spot welding. Further, as shown in Figure 5, it is a characteristic that a dispersed reinforcing alloy copper 6 of superior durability is embedded in the end of this type of tip.

Electrode tips are known that are made of titanium carbide-copper-molybdenum systems which contain molybdenum in weight ratios of 0.8 to 1.5% in order to improve durability and which contain titanium carbide in volumetric ratios of 25 to 40% in order to improve heat resistance and impact resistance (Japanese Patent Application Early Disclosure No. 47-38,856 [1972]).

Electrode tips are also known that are characterized in that they are formed by sintering a composite material comprised of powdered or fibrous carbon that has been at the least copper-plated (Japanese Patent Application Early Disclosure No. 58-100,986 [1983]).

Electrode tips are also known that are formed of composite materials having friction resistance (Japanese Patent Application Early Disclosure No. 55-144,386 [1980]). Further, as shown in Figure 6, devices are known in which a surface coating layer 7 having friction resistance is formed on the surface of the tip (Japanese Patent Application Early Disclosure No. 60-227,998 [1985], No. 60-231,596 [1985] and No. 60-231,597 [1985]). In addition, as shown in Figure 7, an electrode tip that is comprised of copper reinforced by dispersed alumina,

which contains alumina powder 6 is also known.

[Problems the Invention Is Intended to Solve]

When ordinary soft steel plate is spot welded with various types of conventional electrode tips as shown in Figure 4, softening and some limpness are brought about due to the high temperature, with the current density in the tip part being decreased. For this reason, there are many instances in which welding is poor with 5000 to 8000 spot welds and reforming is necessary. In particular, when zinc-plated steel plates are spot welded, the friction at the electrode tip due to alloying between the zinc of the plate surface and the copper of the electrode becomes 5 to 10 times more severe than when ordinary steel plate is spot welded. For this reason, shaving and grinding down of the tip part must frequently be performed. The loss of the electrode tip in this way is even more severe when ordinary soft steel plate and zinc-plated steel plate are spot welded together.

Further, as indicated in Japanese Patent Application Early Disclosure No. 47-38,856 [1972], No. 58-100,986 [1983] and No. 55-144,386 [1980], when the entire electrode or the electrode tip are made with a friction resistant composite material comprised of copper and a friction-resistant material component, there are superior properties of processability, electrical conductivity, high temperature strength and [illegible] resistance. However, in resistance welding of zinc-plated steel plate, alloying of the zinc and the copper of the tip occurs, with γ -phase Cu-Zn solid solutions being formed so that peeling occurs from the surface and there is severe loss of the tip end.

The alumina content in the electrode tip shown in Figure 7 should be approximately 3 volume %. However, the tendency for the copper of the tip and the zinc to readily undergo alloying is no different from that of the aforementioned electrode tips. Further, when the alumina content in these tips is increased in order to bring about further improvement in durability, there are the problems that low resistance occurs and that the amount of heat generation increases, for which reason loss is increased.

Moreover, tips of the shapes shown in Figure 3 to Figure 7 are expensive with little effect proportional to cost being seen.

This invention was developed for the purpose of overcoming the aforementioned problems and has the objective of providing electrode tips for resistance welding with which permeation of zinc into the electrode tip is prevented and with which durability of zinc-plated steel plates in spot welding is improved:

[Means for Solving the Problems]

The electrode tips for resistance welding of this invention are comprised of a tip part that is in contact with the welding site, a side circumferential face that is positioned at the side of the tip that is in contact with said tip part and a main body that is comprised of the parts other than the aforementioned tip part and said side circumferential face part and that has a hole that is formed in its interior and which opens on the side opposite the tip part side and which is rod shaped,

characterized in that at least the aforementioned tip part is constructed of a substrate comprised of copper or a copper alloy and of a powder that has a coating layer that is formed of at least one of the elements molybdenum, tungsten and titanium, which powder is sintered on said substrate.

In this electrode tip, an irregular region is formed on the inside circumferential surface on the lower side, which includes at least the bottom surface of the inside circumferential face of the aforementioned hole, providing a structure that increases the cooling effect.

[Action]

At least the tip part of this electrode tip, as shown in Figure 2, is constructed by sintering a powder having the coating layer 12, which is coated with W and Mo, which have low affinity with zinc, to a surface such as copper or Cr-Cu. Consequently, because the Mo that is coated on the powdered copper in this electrode tip is of low affinity for Zn, diffusion and permeation of Zn from the zinc-plated steel plate 8 is controlled during spot welding. Therefore, alloying of the Cu in the electrode tip with the Zn from the zinc-plated steel plate 8 is prevented and formation of γ -phase Cu-Zn solid solutions or β -phase Cu-Zn solid solutions is prevented. Consequently, peeling from the electrode tip surface in this electrode tip is prevented.

[Effect of the Invention]

Because alloying of Zn with the electrode tip in the case of resistance welding with this invention is prevented as described above, by this action, the durability of this electrode tip is markedly improved.

Consequently, tips of high durability in the presence of zinc-plated steel plate, which cannot be obtained with conventional electrode tips by means of homogeneous alloys, simple surface treatment or embedding of heterogeneous alloys, can easily be manufactured. For this reason, the rate of formation of welds of electrode tips in spot-welding processing can be decreased, with the result that the downtime of equipment due to electrode grinding can be decreased and the frequency of electrode replacement can be decreased. Therefore, the operating rate of automobile-body spot welding lines can be increased.

Further, when this electrode tip is used, it is effective for zinc-plated steel plate, for which reason the welding of automobile bodies having high rust-prevention characteristics can easily be accomplished.

[Examples]

We shall now describe this invention in specific terms by means of an example.

Figure 1 shows a longitudinal cross-sectional view of an electrode tip that pertains to this example. The electrode tip is comprised of the tip part 1 and the main body 2 and the tip end has a rounded rod shape. This tip part 1 comes into

contact with the part that is to be welded. The main body 2 is the component excluding the tip part 1 and has the hole 3 inside it that opens to the side opposite the tip part.

The aforementioned tip part 1, as shown in Figure 2, is constructed of the base part 11, which is comprised of copper or chromium-copper and of a powder comprised of the coating layer 12 which is formed of molybdenum or tungsten that is sintered onto the surface of said base part 11. The average particle diameter of this powder is on the order of 30 μm . Its shape should be essentially spherical or close to spherical and the thickness of the coating layer should be on the order of approximately 1 to 1.5 μm . The quantity of metal such as Mo that forms this coating layer should be on the order of 10 to 15 weight % of the metal that forms the base part.

This powder can be manufactured as described below. First, metal powder is ordinarily manufactured by the melt spraying method (atomization method). This method is a method in which a specified metal is fused, dispersed and solidified by a high-speed liquid and then powdered. In this case, the shape of the powder is made granular and its particle diameter is changed depending on the surface tension of the atomized metal and the atomization conditions. Next, a coating layer comprised of a specified metal is formed on the surface of this metal powder by the dry plating method. This dry plating method is usually a nonelectrolytic plating method. The aforementioned main body is usually constructed by sintering copper powder or chromium-copper alloy powder, and

coated powder

then the aforementioned tip part 1 and main body 2 are sintered together to form a single unit.

This electrode tip was manufactured as described below. First, the specified powder as described above was placed in a specified mold at the specified site of the aforementioned tip part 1. Specifically, powder having the aforementioned Mo as the coating layer is placed in the tip region and the copper powder is placed in the main body region. The entire element may also be formed by said Mo-coated powder.

Following that, preliminary pressure is applied at 10 kg/mm^2 . Next, the pressure is increased to approximately 13 to 15 kg/mm^2 as the materials are heated at approximately 900 to 950°C , with sintering being performed for 1 hour.

An electrode tip of the same shape comprised of a chromium-copper alloy was manufactured as a comparison-example product.

Zinc-plated steel plate was spot welded using the electrode tips of the aforementioned example product and the comparison-example product. The conditions of this spot welding were a welding current of $10,500 \text{ A}$, a current passage time of 12 cycles, a "squeeze" time of 30 cycles, a hold time of 1 cycle and an increased pressure of 200 kg . When this spot welding was repeated for 2000 welds, welding with the comparison-example product became poor. With the product of the example, poor welding did not occur at this frequency and there were good results up to 6000 welds.

When zinc-plated steel plate and ordinary steel plate exhibiting the most severe wear were welded alternately under the same conditions, welding

became poor by 600 welds, with the comparison-example product, whereas poor welding did not occur up to 4000 welds with the example product.

Tests of the friction resistance of electrode tips made of conventional materials were performed as described below.

Specifically, an electrode tip comprised of Cu-Cr alloy was used for spot welding of zinc-plated steel plate for 1000 consecutive welds. The conditions of this spot welding were the same as described above. Figure 8 shows an enlarged cross-sectional view (100 x) of the tip part after 1000 consecutive welds. In this figure, the black region on the left side shows the weld state of the Zn. The black line in the lower left shows a state in which Zn has penetrated into a crack. Figure 9 shows the results (100 x) of an analysis of that line. This line analysis was conducted by EPMA. The left side shows the surface of the tip part and the X axis shows the distance from the surface. By means of this analysis, it was found that alloys of Fe, Cu and Zn were formed closest to the surface, followed next by alloys of γ -Cu and Zn and then by alloys of β -Cu and Zn.

Figure 10 shows an enlarged cross-sectional view of the surface of the tip part when an electrode tip comprised of reinforced copper which contained dispersed alumina was used to perform spot welding for 2500 consecutive welds. Figure 11 shows the results of line analysis.

From these figures, it can be seen that the surfaces of all of the electrode tips exhibited alloying of γ -phase or β -phase Cu-Zn. When the alloying in this example is considered in view of the results in the comparative examples described above, it is thought that it was controlled.

In the electrode tips described above, the tip parts were comprised of particles having a coating layer made of metals of little affinity to zinc. Therefore, alloying between copper and zinc could be prevented during the spot welding of zinc-plated steel plate. Consequently, the durability of this electrode tip in welding could be markedly improved. Consequently, service life can be greatly prolonged by means of this electrode tip.

This invention is not limited to the specific example described above and there can be examples in which various changes are made within the scope of the invention depending on its objective and uses.

Specifically, the electrode tip may be rod-shaped. For example, the diameter, length and tip shape can be selected depending on the objective and use as long as it is a shape with which spot welding is possible. The tip shape of the tip part can be varied and it may have a specified taper as well as a specified radius of curvature and the tip-most part can be flat.

As shown in Figure 3, the side circumferential face part 4 in this electrode tip may be constructed by sintering at least one of zirconium boride (ZrB_2) powder, titanium boride (TiB_2) powder, tungsten carbide (WC) powder, metallic molybdenum (Mo) and Ti powder, and the aforementioned main body 2a can be constructed by sintering at least one of copper powder and copper alloy powder. This raw material powder is a material that is of superior strength and toughness and that can prevent limpness of the tip part 1a. When the powder material is sintered and formed as the raw material in accordance with the respective required characteristics depending on the required characteristics of each site,

i.e., when the tip part 1a is comprised of a material of superior durability in the presence of zinc-plated steel plate, when the side circumferential face part 4 is constructed of a material that is of superior toughness for preventing limpness of the tip part 1a and when the main body part 2a is constructed of a material of high electric conductivity, each part is suited to the characteristics required of the site, for which reason the tip is of extremely good durability. Further, there are no particular limitations on the shape and thickness of the aforementioned specified tip part and side circumferential face part, and, as shown in Figure 3, the thickness of the tip part 1a can be thinner than indicated in the specific example described above.

An example in which the concept of this invention was applied to an electrode for seam welding is discussed below as a reference example. Seam welding is a method of continuous spot welding in which plate-shaped parts to be welded are placed between disk-shaped electrodes, pressure is applied and the electrodes are rotated. The part that is in contact with the outside circumferential side part of the disk-shaped electrode, i.e., the part to be welded, can be constructed in the same way as the material that forms the tip part described above. In this case, the effect is the same as that of the example described above. The method of construction can be, for example, (1) a method in which a ring-shaped single entity is produced and is affixed by being connected to or fitted into the disk part on the inner side, and (2) a method in which individual blocks are made that form a ring shape when they are joined, each block is put together and a ring-shaped outside circumferential side part is made.

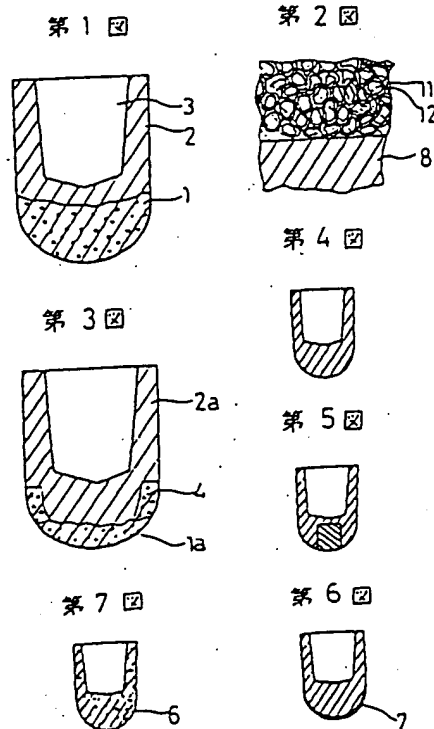
4. Brief Explanation of the Figures

Figure 1 is longitudinal cross-sectional view of an electrode tip for resistance welding that pertains to the example. Figure 2 is an enlarged schematic cross-sectional view that shows the state in which a zinc-plated steel plate is spot welded using the electrode tip shown in Figure 1. Figure 3 is a schematic longitudinal cross-sectional view of an electrode tip for resistance welding which is comprised of a material of superior strength and toughness in the side circumferential face part and which has a main body in which irregularities are formed in the inside circumferential face of a hole. Figure 4 is a schematic cross-sectional view of a conventional electrode tip for resistance welding. Figure 5 is a schematic cross-sectional view of an electrode tip for resistance welding in which dispersed, reinforced alloy copper is used for the tip part. Figure 6 is a schematic cross-sectional view of an electrode tip for resistance welding that has been subjected to a surface treatment. Figure 7 is a schematic cross-sectional view of an electrode tip that is comprised of an alumina-dispersed reinforced copper. Figure 8 is an explanatory diagram that shows a cross-sectional photomicrograph (100 x) of the metal texture of the tip alloy layer after 1000 consecutive welds of an electrode tip comprised of a Cu-Cr material. Figure 9 is, similarly, an explanatory diagram that shows the results of an EPMA line analysis thereof. Figure 10 is a cross-sectional diagram of metal texture similar to that shown in Figure 8 after 2500 consecutive welds of an alumina-dispersed electrode tip. Figure 11, similarly, is an explanatory diagram that shows the results of line analysis thereof.

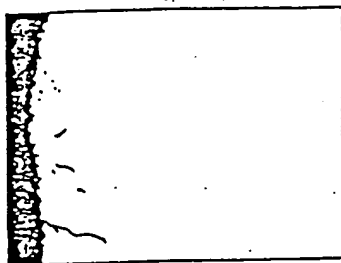
- 1 - tip part 11 - base part 12 - coated layer
 2 - main body 3 - hole 4 - side circumferential face part
 6 - alumina 7 - surface-coated layer
 8 - zinc-plated steel plate

Applicant: Toyota Automobile Company, Ltd.

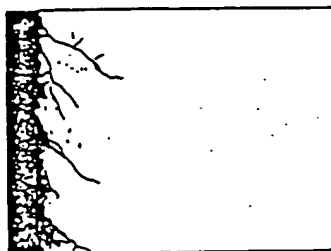
Agent: Hiroshi Ogawa, Patent Attorney



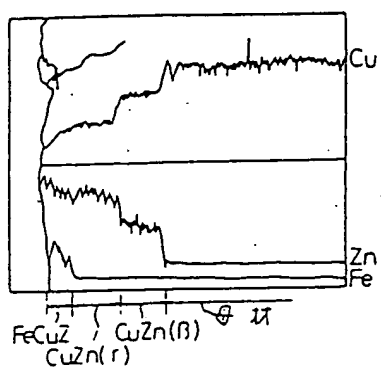
第8図



第10図



第9図



第11図

